

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-230808

(43)Date of publication of application : 19.08.1992

(51)Int.Cl.

G01F 1/68

G01P 5/10

(21)Application number : 03-106528

(71)Applicant : YAMATAKE HONEYWELL CO LTD

(22)Date of filing : 12.04.1991

(72)Inventor : OSADA MITSUHIKO  
JOUNTEN SHOJI  
KUROSAWA TAKASHI  
YAMAMOTO TOMOSHIGE

(30)Priority

Priority number : 02 96520

Priority date : 13.04.1990

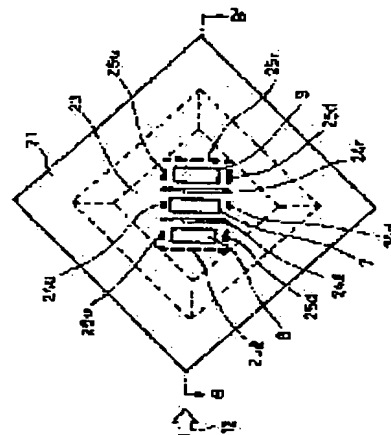
Priority country : JP

## (54) DIAPHRAGM SENSOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the heat conduction from a heating part to a thermometric resistor and to prevent the adhesion of dust to the utmost by forming a slit part between the heating part and the thermometric resistor along the longitudinal direction thereof.

CONSTITUTION: A thin-walled diaphragm part 23 is formed to the surface of a semiconductor substrate 21 and a heater 7 is formed thereon and thermometric resistors 8, 9 are formed on both sides of the heater 7 and, further, slit parts 24l, 24r are provided on both sides of the heater 7. Since the heat conduction from the heater 7 to the resistors 8, 9 through the member of the diaphragm part 23 is reduced by this constitution, the temp. rise of the resistors 8, 9 becomes low as compared with conventional resistors. Therefore, the output error due to the adhesion of dust becoming large in proportion to the temps. of the resistors 8, 9 and the output error due to the drift of the TCR mismatching between the upstream resistor 8 and the downstream resistor 9 becomes small. Further, since air does not enter the space part under the diaphragm part 23 and flows along the surface of the diaphragm part, the adhesion of dust becomes min.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

BEST AVAILABLE COPY

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-230808

(43) 公開日 平成4年(1992)8月19日

(51) Int.Cl.<sup>3</sup>

G 0 1 F 1/68

G 0 1 P 5/10

識別記号

庁内整理番号

7187-2F

H 8708-2F

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-106528

(22) 出願日 平成3年(1991)4月12日

(31) 優先権主張番号 特願平2-96520

(32) 優先日 平2(1990)4月13日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006666

山武ハネウエル株式会社

東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号

(72) 発明者 長田 光彦

神奈川県藤沢市川名一丁目12番2号 山武

ハネウエル株式会社藤沢工場内

(72) 発明者 上運天 昭司

神奈川県藤沢市川名一丁目12番2号 山武

ハネウエル株式会社藤沢工場内

(72) 発明者 黒澤 敬

神奈川県藤沢市川名一丁目12番2号 山武

ハネウエル株式会社藤沢工場内

(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

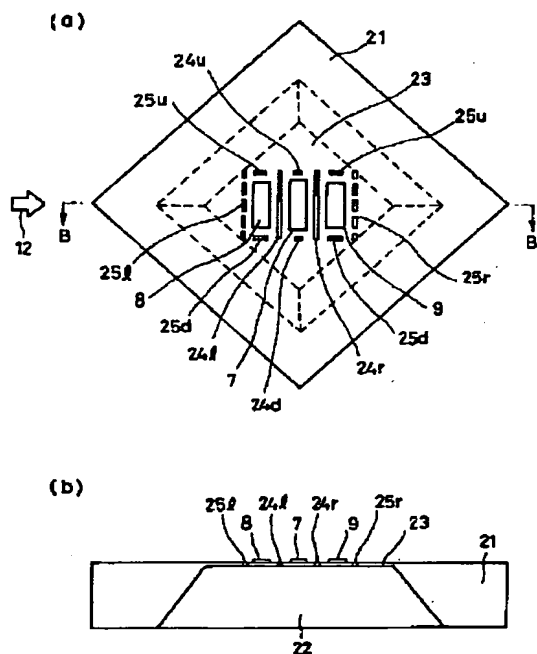
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイアフラムセンサ

(57) 【要約】

【目的】 半導体基板の一部を異方性エッチングにより除去して左右両側に開口を有する空隙部を形成したダイアフラムセンサにおいて、気体中に含まれているゴミ(ダスト)などがその開口の周辺に付着したりあるいは空隙部内に入り込むことによるセンサ特性に与える悪影響を防止する。また、低流速(低流量)の測定が精度良く安定して行うようにする。

【構成】 基板21の一部に薄肉状に形成されたダイアフラム部23と、このダイアフラム部23に形成された発熱部7と、この発熱部7の両側に形成された測温抵抗部8、9と、発熱部7と測温抵抗部8、9との間にその長手方向に沿って成されたスリット部241、24rとを有して構成することにより、発熱部7から両側測温抵抗部8、9へのダイアフラム部23部材を通しての熱伝導を小さくさせる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の一部に空間を設けて薄片状に形成されたダイアフラム部と、前記ダイアフラム部に形成された発熱部と、前記発熱部の両側に形成された測温抵抗部と、前記発熱部と両側の測温抵抗部との間に長手方向に沿って形成されたスリット部とを備えたことを特徴とするダイアフラムセンサ。

【請求項2】 請求項1において、前記発熱部の長手方向端部にスリット部を設けたことを特徴とするダイアフラムセンサ。

【請求項3】 請求項1または請求項2において、前記測温抵抗部の外周部にスリット部を設けたことを特徴とするダイアフラムセンサ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、流量検出素子などに用いられるダイアフラムセンサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図5は流体の流速を検出する従来のマイクロブリッジ型フローセンサの一例を示す斜視図である。同図において、1はシリコンからなる半導体基板であり、この半導体基板1の中央部には異方性エッチングにより両側の開口2、3を連通する貫通孔、つまり空隙部4が形成されており、この空隙部4の上部には半導体基板1からブリッジ状に空間的に隔離され結果的に半導体基板1から熱的に絶縁された橋絡部5が形成されている。そしてこの橋絡部5の表面には通常の薄膜形成技術により薄膜のヒータエレメント7とそれを挟む薄膜の測温抵抗エレメント8、9が配列して形成されている。また、半導体基板1上の角部には薄膜の測温抵抗エレメント10が形成されている。なお、11は半導体基板1上の各開口2、3の中央部分に形成されたスリット状の中央開口であり、これらの開口2、3および中央開口11によって露出したシリコン部分をKOHなどの溶液で異方性エッチングを行うことによりエッチングの断面形状が逆台形を有する空隙部4が形成されるとともにその空隙部4によって半導体基板1からヒータエレメント7および測温抵抗エレメント8、9が熱的に絶縁されて支持された橋絡部5が形成される。

【0003】 図6(a)、(b)は図5に示すマイクロブリッジ型フローセンサの動作を示す説明図であり、同図(a)は各エレメントの温度分布を示し、同図(b)は図6のB-B'線断面を示している。なお、図中、6は半導体基板1上に形成されるヒータエレメント7などの素子を保護するための保護膜であり、これは熱伝導率の低い窒化シリコンなどの材料により形成されている。

【0004】 ここで、ヒータエレメント7を周囲温度よりもある一定の高い温度 $t$ （例えば63℃：周囲温度基準）で制御すると、測温抵抗エレメント8、9の温度 $t_1$ 、 $t_2$ （例えば35℃：周囲温度基準）は図6

(a)に示すように略等しくなる。このとき、例えば図5に示すように矢印方向12に気体が移動すると、上流側の測温抵抗エレメント8は冷却され、 $\Delta T$ だけ降温する。一方、下流側の測温抵抗エレメント9は温度が $\Delta T$ だけ昇温する。この結果、上流側の測温抵抗エレメント8と下流側測温抵抗エレメント9との間に温度差が生じる。このため、測温抵抗エレメント8、9をホイートストンブリッジ回路に組み込み、その温度差を電圧に変換することにより、気体の流速の応じた電圧出力が得られ、その結果、気体の流速を検出することができる。

【0005】 このように従来のマイクロブリッジ型フローセンサは、薄膜技術および異方性エッチング技術により形成された極めて熱容量の小さい薄膜橋絡構造を有するもので、応答速度が極めて速く、高感度、低消費電力であり、しかも量産性が良いなどの優れた利点を有している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来のマイクロブリッジ型フローセンサでは、半導体基板1の一部を異方性エッチングにより除去して空隙部4を形成する場合、エッチング用開口のうち、特に左右両側の開口2、3が比較的大きくなっていた。このため、気体の流れが空隙部4内にも入り込んでしまい、気体中に含まれているゴミ（ダスト）などがその開口2、3の周辺に付着したりあるいは空隙部4内に入り込むなどしてセンサ特性に悪影響を与えるという問題があった。また、低流速（低流量）の測定が精度良く安定して行うことができないという問題があった。

【0007】

【課題を解決するための手段】 このような課題を解決するために本発明による第1のダイアフラムセンサは、基板の一部に薄片状に形成されたダイアフラム部と、このダイアフラム部に形成された発熱部と、この発熱部の両側に形成された測温抵抗部と、発熱部と測温抵抗部との間にその長手方向に沿って形成されたスリット部とを有して構成するものである。また、本発明による第2のダイアフラムセンサは、第1のダイアフラムセンサに加えて発熱部の長手方向端部にスリット部を設けたものである。また、本発明による第3のダイアフラムセンサは、第1のダイアフラムセンサまたは第2のダイアフラムセンサに加えて測温抵抗部の外周部にスリット部を設けたものである。

【0008】

【作用】 本発明における第1のダイアフラムセンサは、発熱部を挟んで両側に対称に測温抵抗体を配置し、この発熱部と測温抵抗体との間にその長手方向に沿ってスリット部を設けたことにより、発熱部から両側測温抵抗体へのダイアフラム部部材を通しての熱伝導が小さくなる。また、本発明における第2のダイアフラムセンサは、発熱部の長手方向端部にスリット部を設けたことに

より、発熱部から基板厚肉部へのダイアフラム部部材を通しての熱伝導が小さくなる。また、本発明における第3のダイアフラムセンサは、測温抵抗部の外周部にスリット部を設けたことにより、測温抵抗部の基板厚肉部へのダイアフラム部部材を通しての熱伝導が小さくなる。

【0009】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。図1は本発明によるダイアフラムセンサの一実施例による構成を示す図であり、図(a)は上方から見た要部平面図、図(b)は図(a)のB-B'線の断面図である。同図において、21は基板として例えばシリコンからなる半導体基板であり、この半導体基板21の背面側中央部には例えば異方性エッチングにより表面側に連通しない断面が台形状の開口22が形成されており、この開口22の底部側、つまり半導体基板21の表面側には薄肉状のダイアフラム部23が一体的に形成されている。また、このダイアフラム部23の表面中央部には、通常の薄膜形成技術により薄膜のヒータエレメント7が形成されている。さらにこのヒータエレメント7を挟む両側には、所定距離離間して通常の薄膜形成技術により薄膜の測温抵抗エレメント8、9が対称に配列して形成されている。また、このヒータエレメント7とその両側の測温抵抗エレメント8、9との間には、その長手方向に沿ってダイアフラム部23の薄肉部を貫通する帯状のスリット部24l、24rが穿設され、さらに両側の測温抵抗エレメント8、9の外側にも長手方向に沿ってこのダイアフラム部23の薄肉部を貫通する複数の角穴を断続的に連結したスリット部25l、25rが穿設されている。また、同様にこのヒータエレメント7の長手方向両端側にはこのダイアフラム部23の薄肉部を貫通するスリット部24u、24dが穿設され、さらに両側の測温抵抗エレメント8、9の長手方向両端側にもこのダイアフラム部23の薄肉部を貫通するスリット部25u、25dが穿設されている。なお、これらのスリット部24l、24r、24u、24d、25l、25r、25u、25dは、通常のフォトリソグラフィおよびウェットもしくはドライエッチング技術により容易に形成することができる。

【0010】このような構成によれば、半導体基板21の表面に薄肉状のダイアフラム部23を形成するとともにこのダイアフラム部23上にヒータエレメント7およびこのヒータエレメント7を挟んで両側に対称に測温抵抗エレメント8、9を形成配置し、さらにヒータエレメント7の両側に長手方向に沿ってスリット部24l、24rを設けたことにより、ヒータエレメント7から測温抵抗エレメント8、9へのダイアフラム部23の部材を通しての熱伝導が極めて少なくなるので、ヒータエレメント7によって発生した熱による測温抵抗エレメント8、9の温度上昇は従来に比べて低くなる。よって測温抵抗エレメント8、9の温度に比例して大きくなるダ

トの付着による出力誤差および温度に比例して大きくなる上流側測温抵抗エレメント8と下流側測温抵抗エレメント9との間のTCRミスマッチのドリフトによる出力誤差が小さくなる。特に熱伝導率の小さい気体の場合、測温抵抗エレメント8、9のエレメント抵抗の温度をより低く設定することができる。また、測温抵抗エレメント8と測温抵抗エレメント9との間の気体の流れによって形成された温度差を小さくするように動作するヒータエレメント7からの余分な熱供給がなくなるため、低流速域での感度も向上できる。また、ヒータエレメント7は通電時に若干熱変形するが、その影響(応力)が測温抵抗エレメント8、9に伝わらず、誤差の要因を大幅に減らすことができる。また、測温抵抗エレメント8、9の外側にそれぞれスリット部25l、25r、25u、25dを設けたことにより、これらのスリット部25l、25r、25u、25dの外側の半導体基板21の厚肉部との熱絶縁が極めて良好となり、感度を向上させることができる。さらにヒータエレメント7および測温抵抗エレメント8、9の両端側に短手方向に沿ってそれぞれスリット部24u、24dおよびスリット部25u、25dを設けたことにより、ヒータエレメント7と半導体基板21の厚肉部との熱絶縁が極めて良好となり、ヒータエレメント7の消費電力が少なくなり、また、測温抵抗エレメント8、9と半導体基板21の厚肉部との熱絶縁が極めて良好となり、感度を向上させることができる。

【0011】図2はダイアフラムセンサにおける測温抵抗体の抵抗値特性を示したものであり、図(a)は図1に示すヒータエレメント7と測温抵抗エレメント8、9との間を分離しない構造およびヒータエレメント7と測温抵抗エレメント8、9との間をスリットで部分的に分離した構造におけるヒータ電流を増加させたときの測温抵抗エレメント8、9の抵抗値変化を示し、図(b)はヒータエレメント7と測温抵抗エレメント8、9との間にスリット部24l、24rを設けて完全に分離した本実施例による構造におけるヒータ電流を増加させたときの測温抵抗エレメント8、9の抵抗値変化を示したものである。ヒータエレメント7の印加電流を増加させていくと、測温抵抗エレメント8、9の抵抗値は増加していくが、ヒータエレメント7と測温抵抗エレメント8、9との間を分離しない構造および部分的にスリットで分離した構造では、ヒータ電流の増加に伴い、発生した熱によるダイアフラム部23の機械的変形が測温抵抗エレメント8、9に伝わり、図(a)に示すようにある限界点Pを越えると、測温抵抗エレメント8、9にも機械的歪みを与え、測温抵抗エレメント8、9の抵抗値に誤差を与えてしまい、さらにこの限界点Pの位置も限界点P以上での抵抗値特性も一定しておらず、また、ヒータエレメント7の両側の測温抵抗エレメント8、9でのこの効果の程度に多少のずれがあるため、測温抵抗エレメント

8, 9間のバランスが不安定、つまり零点が安定しないことになる。実際の使用条件としては、必要な感度を得るために必要なヒータ電流を流すと、この限界点を越えてしまうことが多く、特に間欠駆動においては、毎回零点が変動してしまい、正確な測定ができない。したがって機械的な歪みに影響されない限界点P以下での使用が条件となる。一方、スリット部241, 24rで完全に分離した本実施例による構造では、ヒータエレメント7のヒータ電流の増加に伴い、発生した熱によるダイアフラム部23の機械的変形が測温抵抗エレメント8, 9に伝わらないので、安定した抵抗値特性が得られる。したがってスリット部241, 24rで完全に分離した構造では、より安定した計測が可能となり、特に零点の安定性を大幅に向上させることができる。

【0012】図3は本発明によるダイアフラムセンサの他の実施例による構成を示す図で図(a)は上方から見た要部平面図、図(b)は図(a)のB-B'線の断面図であり、前述の図と同一部分には同一符号を付してある。同図において、図1と異なる点は、半導体基板21の対向辺に気体の流れる方向12を設定するようにヒータエレメント7、測温抵抗エレメント8、測温抵抗エレメント9およびこれらのスリット部241, 24r, 24u, 24d, 251, 25r, 25u, 25dを配列して構成したものである。

【0013】このような構成においても前述と全く同様な効果が得られる。なお、ダイアフラム部23は正方形もしくは長方形のいずれの形状に形成しても良い。

【0014】なお、前述した実施例においては、開口部22を形成するために半導体基板21の背面側からエッチングを行ったが、例えば図4(a), (b)に図1に相当する図で示すようにダイアフラム部23に複数のスリット31を形成し、これらの各スリット31を利用して上面から結晶軸のエッチング特性を利用した異方性エッチングもしくは等方性エッチングを行い、ダイアフラム部23の下に中空の空間部31を形成して構成しても良い。

【0015】また、前述した実施例においては、基板として例えばシリコンからなる半導体基板を用いた場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えばアルミニウム、ステンレスなどの金属基板を用い、ダイアフラム部を例えば $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ などの絶縁膜で形成しても同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0016】また、前述した実施例においては、ダイアフラム部の形成に異方性エッチングを用いた場合について説明したが、例えば弗酸と硝酸との混合液による等方性エッチングなどによるエッチング方法を用いても同様に形成できることは言うまでもない。

【0017】また、ダイアフラム部の形成方法は、エッチングに限られるものではなく、エンドミルやレーザな

どによる加工でも形成可能であり、もしくは基板とダイアフラム部とを別々に製作し、貼り合わせても同様に形成できることは勿論である。

【0018】

【発明の効果】以上、説明したように本発明によるダイアフラムセンサによれば、基板の一部に薄片状のダイアフラム部を設け、このダイアフラム部に発熱部とこの発熱部の両側に測温抵抗部とを設けたことにより、気体がこのダイアフラム部下側の空間部に入り込まず、表面に沿って流れるので、気体の流れによるダストの付着が極小となる（付着したとしても従来のように特定の箇所に集中することがなくなる）とともに基板との熱絶縁が極めて良好になり、高感度の流量検出および低消費電力による流量検出が可能となる。また、この発熱部と測温抵抗部との間にその長手方向に沿ってスリット部を設けたことにより、発熱部から測温抵抗部へのダイアフラム部の部材を通しての熱伝導が極めて小さくなるので、発熱部によって発生した熱による測温抵抗部の温度上昇は従来に比べて低くなり、測温抵抗部の温度に比例して大きくなるダストの付着による出力誤差および温度に比例して大きくなる測温抵抗部間のTCRミスマッチドリフトによる出力誤差を小さくすることができるとともに特に熱伝導率の小さい気体の場合、測温抵抗部の温度をより低く設定でき、さらに発熱部からの余分な熱供給がなくなるので、低流速域での感度を向上させることができる。また、発熱部は通電時に若干変形するが、その影響による応力が測温抵抗部に伝わらないので、誤差の要因を大幅に減らすことができる。また、発熱部の長手方向端部にスリット部を設けたことにより、発熱部と基板厚肉部との熱絶縁が極めて良好となり、発熱部の消費電力が少なくなる。また、測温抵抗部の外周部にスリット部を設けたことにより、基板厚肉部との熱絶縁が極めて良好となり、感度を向上させることができる。また、従来のブリッジ構造とは異なり、全ての端面を厚肉の基板によって固定されているダイアフラム構造では、ダイアフラム部形成時の残留応力が多い場合には割れてしまうことがあるが、スリット部を設けたことにより、応力を分散させることができ、信頼性の高いダイアフラムセンサを形成することができるという極めて優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるダイアフラムセンサの一実施例による構成を示す図である。

【図2】本発明によるダイアフラムセンサの測温抵抗部抵抗値特性を説明する図である。

【図3】本発明によるダイアフラムセンサの他の実施例による構成を示す図である。

【図4】本発明によるダイアフラムセンサのさらに他の実施例による構成を示す図である。

【図5】従来のマイクロブリッジ型フローセンサの構成

7

8

を示す図である。

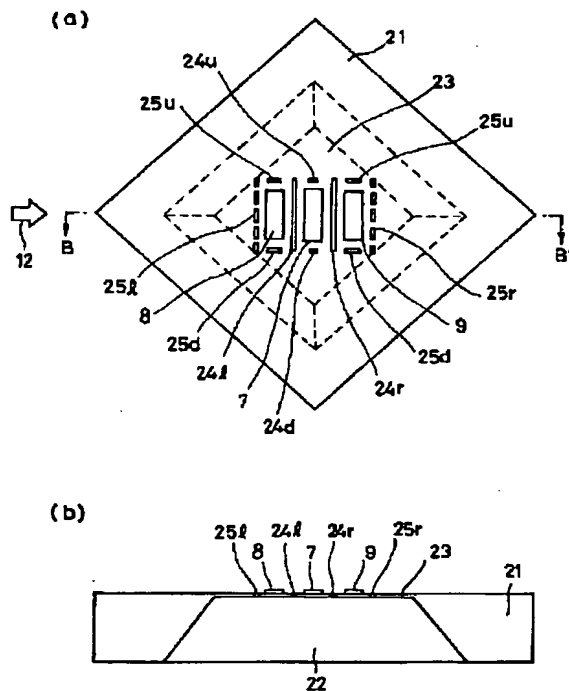
【図6】マイクロブリッジ型フローセンサの動作を説明する図である。

【符号の説明】

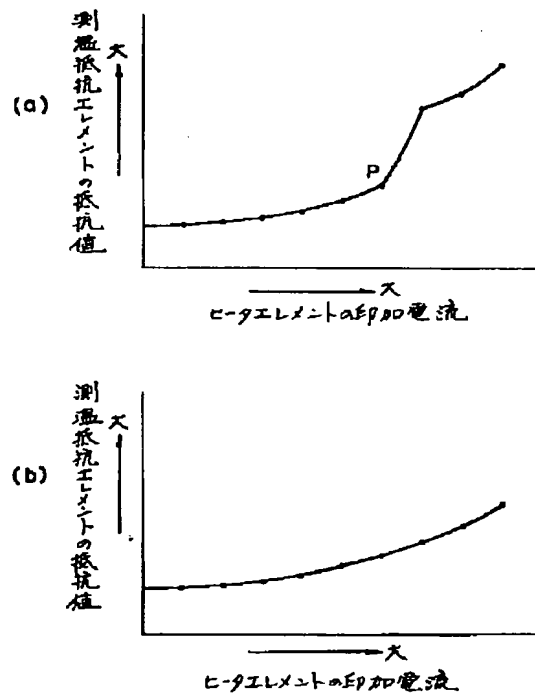
- 7 ヒータエレメント  
8 測温抵抗エレメント  
9 測温抵抗エレメント  
21 半導体基板  
22 開口部  
23 ダイアフラム部

- 24 l スリット部  
24 r スリット部  
24 u スリット部  
24 d スリット部  
25 l スリット部  
25 r スリット部  
25 u スリット部  
25 d スリット部  
31 スリット  
10 32 空間部

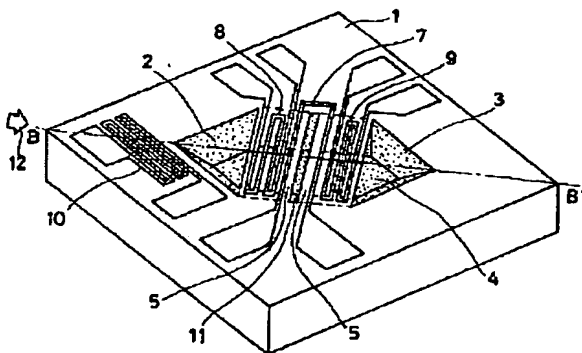
【図1】



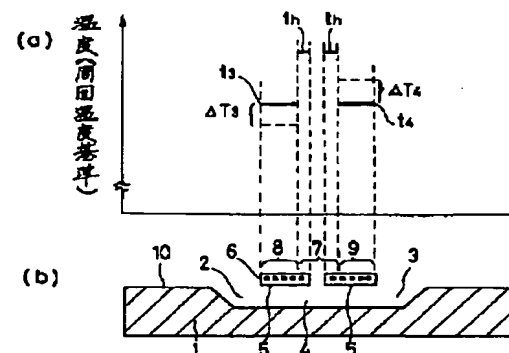
【図2】



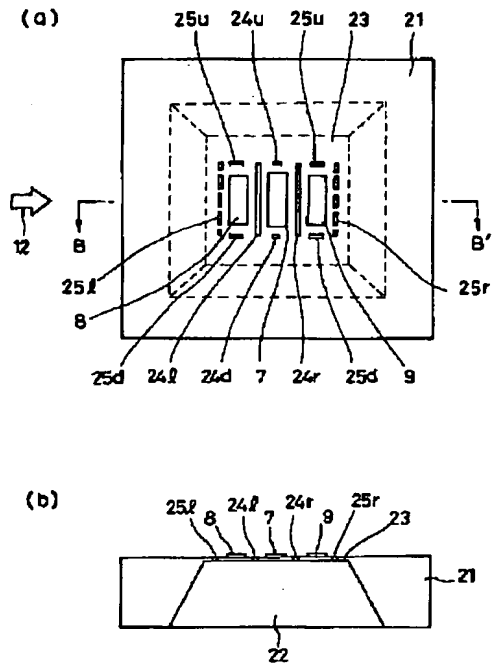
【図5】



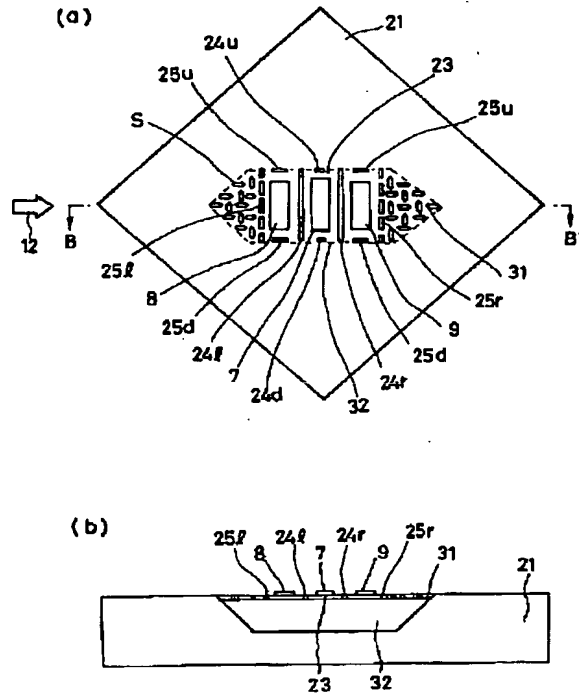
【図6】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 友繁

神奈川県藤沢市川名一丁目12番2号 山武  
ハネウエル株式会社藤沢工場内